

МЕТОД ПЕРЕХРЕСНОЇ ЕНТРОПІЇ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ВІДНОШЕННЯ PAPR В СИСТЕМАХ OFDM

Цапков С. В., студент; Булашенко А. В., ст. викл.;
КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

Ортогональне мультиплексування з частотним розділенням (OFDM) є технікою, що використовується для швидкої безпроводної передачі цифрової даних у мережах 4G [1]. Однак, основним недоліком системи OFDM є високе відношення пікової потужності до середньої (PAPR), що призводить до високого випромінювання поза смугою частот. Таким чином високий PAPR є однією з ключових проблем систем OFDM.

Існують різні методи для зменшення PAPR [2]. Серед цих методів можна виокремити метод часткової передачі (PTS), що забезпечує пониження PAPR та не має обмежень на кількість підносійних.

Ідея схеми PTS є створення оптимального фазового коефіцієнта, що мінімізує PAPR. Ця схема є складною, але щоб зменшити складність, пошуку фазових коефіцієнтів обмежений скінченною кількістю елементів. Потім використовується алгоритм вичерпаного пошуку (АВП) для пошуку найкращого фазового коефіцієнта.

Для зменшення обчислювальних складнощів АВП були запропоновані різні методи. Але для всі ці методи мають високу складність. Тому є актуальним пошук інших методів, наприклад нова реалізація PTS на основі метода перехресної ентропії (МПЕ) [3].

В запропонованому МПЕ спочатку визначають кількість PAPR в якості оціночної функції. Оціночна функція потім переводиться в задачу стохастичної апроксимації, що може бути вирішена ефективно.

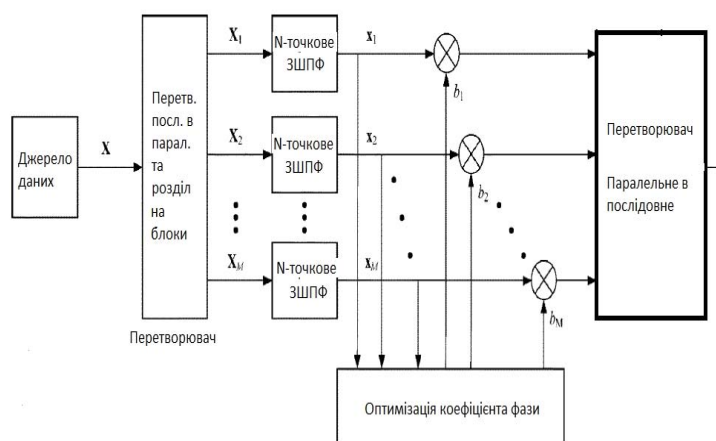


Рисунок 1. Схема системи OFDM з PTS

На рис. 1 наведена типова схема системи OFDM з PTS схемою, що використовується для зменшення PAPR [3]. Вхідні дані діляться на менші під блоки, що представлені вектором

$$X = \sum_{m=1}^M X_m.$$

Кожен підблок складається з набору підносійних однакового розміру. Потім ці під блоки перетворюють дані із частотної області у часову область із використанням зворотного швидкого перетворення Фур'є ЗШПФ

$$x = IFFT \left\{ \sum_{m=1}^M X_m \right\} = \sum_{m=1}^M IFFT \{X_m\} = \sum_{m=1}^M x_m.$$

МПЕ вирішує задачу комбінаторної та безперервної оптимізації в рамках глобальної оптимізації

$$\arg \left[\max_{\theta \in \Theta} S(\theta) \right].$$

Отже, необхідно максимізувати функцію оцінки $S(\theta)$ по всім θ в діапазоні Θ . Замість підтримки простого рішення на кожному часовому кроці для звичайних алгоритмів оптимізації.

Основна ідея МПЕ полягає в тому, щоб підтримувати розподіл можливих рішень та адаптивно поновлювати цей розподіл у відповідності із перехресною ентропією між відповідною пов'язаною густиною та важливою густиною вибірки. Завдяки цьому можна побудувати випадкову послідовність рішення, що зводяться до оптимального.

МПЕ містить: генерацію випадкових вибірок у відповідності із заданим розподілом вибірки, що сформована на попередній ітерації; оновлення параметрів на основі кращих оцінок вибірок за рахунок кращого оцінювання зразків на наступних ітераціях.

В методі PTS головним є те, що необхідно визначити фазові коефіцієнти з метою мінімізації PAPR. Отже, у МПЕ для знаходження фазових коефіцієнтів, що мінімізують PAPR необхідно визначити функцію оцінки для запропонованого алгоритму

$$L(\hat{x}(\Phi)) = \frac{1}{10 \log_{10} \frac{\max}{E[|\hat{x}(\Phi)|^2]}}.$$

Отже, необхідно визначити інверсію PAPR як оціночну функцію таким чином, щоб її значення збільшувалося зі зменшенням PAPR. Таким чином, необхідно максимізувати оціночні функції в діапазоні для потенціалу, щоб

$$\arg \left[\max_{\Phi \in [0, 2\pi)} L(\hat{x}(\Phi)) \right].$$

МПЕ є адаптивним методом вибірки, що перетворює визначену задачу оптимізації в сімейство задач стохастичних вибірок. На першому кроці методу необхідно рандомізувати визначену задачу шляхом включення набору розподілу вибірки в визначеній Φ .

При комп'ютерному моделюванні взяли систему OFDM з модуляцією QPSK. Отже, 64 підносійних діляться на вісім під блоків, що містять вісім підносійних, що передискретизуються чотири рази.

Щоб сформувати додаткову кумулятивну функцію розподілу (ДКФР) для PAPR, 10 000 блоків OFDM генеруються випадковим чином.

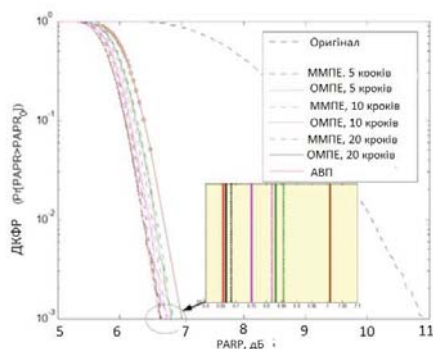


Рисунок 2. Додаткова кумулятивна функція розподілу

Отже, МПЕ дозволяє одержати оптимальний фазовий коефіцієнт для PTS, щоб зменшити PAPR сигналу OFDM. Моделювання показує, що цей метод забезпечує майже те ж саме зменшення PAPR як і звичайний АВП, але обчислювання простіші.

Перелік посилань

1. Sollenberger N.R. Peak-to-average power ratio reduction of an OFDM signal using partial transmit seq / N.R. Sollenberger, L.J. Cimini Jr. // IEEE Commun. Lett. – 2000. – Vol. 4. – pp. 86 – 88.
2. Muller S.H. OFDM with reduced peak-to-average power ratio by optimum combination of partial transmit sequences / Muller S.H., Huber J.B. // Electron. Lett. – 1997. – Vol. 33, no. 5. – pp. 368 – 369.
3. Yang L. PAPR reduction of an OFDM signal by use of PTS with low computational comp / L. Yang, R.S. Chen, Y.M. Siu, K.K. Soo // IEEE Trans. Broadcast. – 2006. – Vol. 52/ – pp. 83-86.

Анотація

Представлено використання методу часткової передачі (PTS) для зменшення відношення пікової до середньої потужності сигналу (PAPR) для ортогонального частотного поділу (OFDM).

Ключові слова: метод перехресної ентропії, співвідношення пікової потужності до середньої.

Аннотация

Представлено использование метода частичной передачи (PTS) для уменьшения отношения пиковой к средней мощности сигнала (PAPR) для ортогонального частотного разделения (OFDM).

Ключевые слова: Метод перекрестной энтропии, отношение пиковой мощности к средней.

Abstract

This letter considers the use of the partial transmit sequence (PTS) technique to reduce the peak-to-average power ratio (PAPR) of an orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) signal.

Keywords: Cross-entropy method, peak-to-average power ratio.